

RECEIVED PCT/PTO 24 JUN 2005

18 MAR 2004

PCT/JP 03/17080

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

WIPO PCT

26.12.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年12月27日

出願番号
Application Number: 特願 2002-379509

[ST. 10/C]: [JP 2002-379509]

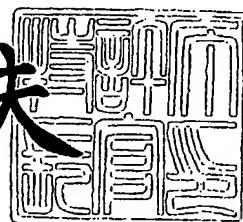
出願人
Applicant(s): 独立行政法人 科学技術振興機構
独立行政法人物質・材料研究機構
日東電工株式会社
平井 伸治

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 3月 4日

特許長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特 2004-3016406

【書類名】 特許願
【整理番号】 P030P05
【提出日】 平成14年12月27日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 37/00
H05K 7/20

【発明者】

【住所又は居所】 北海道室蘭市寿町1-13-13
【氏名】 平井 伸治

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市竹園3丁目15 106棟205号室
【氏名】 西村 聰之

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県牛久市上柏田3-66-2
【氏名】 上村 揚一郎

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市二の宮1丁目10-1
【氏名】 森田 成紀

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市稲荷前24-12カサ・ベルデ103号
【氏名】 太田 道広

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号
【氏名】 五十嵐 一雅

【特許出願人】

【識別番号】 396020800
【氏名又は名称】 科学技術振興事業団

【特許出願人】

【識別番号】 301023238

【氏名又は名称】 独立行政法人物質・材料研究機構

【特許出願人】

【識別番号】 000003964

【氏名又は名称】 日東電工株式会社

【特許出願人】

【住所又は居所】 北海道室蘭市寿町1-13-13

【氏名又は名称】 平井 伸治

【代理人】

【識別番号】 100108671

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 義之

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 048541

【納付金額】 18,375円

【その他】 国等以外のすべての者の持ち分の割合35/40

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【物件名】 持分証明書 1

【提出物件の特記事項】 追って補充する。

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 热電変換材料を利用した電子部品の冷却装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 热電変換材料を正負の電極となる両電極間に介在させ、両電極を電気的に短絡した構造からなり、热電変換材料に接触する一方の電極側を低い温度の側とし、他方の電極側を高い温度の側とするように、冷却を必要とする電子部品に接触させ、両電極間の温度差により热電変換材料に発生する热起電力で電流を発生させ、その電流により高い温度の側を冷却することを特徴とする電子部品の冷却装置。

【請求項2】 热電変換材料として、p型又はn型のいずれか、あるいはp型及びn型を交互に直列に組み合わせて用いることを特徴とする請求項1記載の電子部品の冷却装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の冷却装置を2個以上重ね合わせた構造をもつことを特徴とする冷却システム。

【請求項4】 請求項1又は2に記載の冷却装置を一部に含むことを特徴とする冷却システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体集積回路素子等の熱発生を伴う電子部品の冷却装置、特に、热電変換材料を利用した冷却装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば、パソコンのCPUは発熱によって温度が上昇するのを防ぐためにアルミ製のフィンの放熱板を貼り付けたり、場合によってはペルチェ素子に外部電源から電流を流して強制的に冷却を行ったりしている（例えば、特許文献1，2）。また、热電変換材料のゼーベック効果による起電力を利用して冷却効果を高める工夫も知られている（例えば、特許文献3，4，5，6）。

【0003】

【特許文献 1】

特開平9-139525号公報

【特許文献 2】

特開2002-50727号公報

【特許文献 3】

実公平7-15140号公報

【特許文献 4】

特開平7-202094号（特許第2710750号）公報

【特許文献 5】

特開2001-308395号公報

【特許文献 6】

特開2002-151873号公報

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

冷却を必要とする電子部品から熱を効率よく逃がすための従来の手法としては、表面積を増やすためにフィン状にした放熱板を取り付けることが行われている。しかし、フィンを利用した放熱板だけではその放熱の能力が不足してきている。また、熱電変換材料を利用した冷却システムとしては、p型とn型の熱電変換材料を組み合わせたいわゆるπ型の構造を持つペルチェ素子に電流を流すことでの被対象物を冷却していた。

【0005】

しかし、従来のペルチェ素子では、p型とn型の両方の熱電変換材料が必要で、これらを必ず一対に組み合わせて直列につないだ構造にする必要があった。そのため、p型とn型の両方の材料を用意する必要があり、さらに、それらを組み合わせるため構造が複雑になり、製造コストが多大に必要であった。更に、冷却には外部から電流を流す必要があり、ランニングコストも必要であった。

【0006】

ゼーベック効果による起電力をを利用して冷却効果を高める工夫も知られているが、これらは外部電流の代わりに起電力を他の熱電材料に流してそのペルチェ効

果を利用したり、ファンモータや圧電振動子の駆動力に用いているため、それらを組み合わせる必要があるため構造が複雑になっていた。

【0007】

すなわち、特許文献2～6ではn型とp型を両方用いた熱電変換素子の熱で発電した電力を外部の充電器、ファン、圧電振動素子という外部負荷に接続してそれを冷却の補助に用いている。発電を行うことで熱を奪い温度が下がると言うことも指摘されている場合もあるが、外部負荷（抵抗）に接続すると回路全体の抵抗が上がるために流れる電流が減少する。また、外部負荷では発電した電力を消費しているため、そこで再び熱に変換される分が必ずあり、効率的とはいえない。特許文献2では冷却のためには外部から電力を供給する必要がある。特許文献4～6では制御回路等の電子回路が必要である。また、制御回路のための電力が必要である。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記の課題を新しい冷却原理に基づいて解決したものであり、従来の電子部品の冷却装置に代替できる冷却装置又は従来の冷却装置と組み合わせて使用できる冷却装置を提供するものである。

【0009】

すなわち、本発明は、（1）熱電変換材料を正負の電極となる両電極間に介在させ、両電極間を電気的に短絡した構造からなり、熱電変換材料に接触する一方の電極側を低い温度の側とし、他方の電極側を高い温度の側とするように、冷却を必要とする電子部品に接触させ、両電極間の温度差により、熱電変換材料に発生する熱起電力で、電流を発生させ、その電流により高い温度の側を冷却することを特徴とする電子部品の冷却装置、である。

また、本発明は、熱電変換材料として、p型又はn型のいずれか、あるいはp型及びn型を交互に直列に組み合わせて用いることを特徴とする上記（1）の電子部品の冷却装置、である。

また、本発明は、（3）上記（1）又は（2）の冷却装置を2個以上重ね合わせた構造をもつことを特徴とする冷却システム、である。

また、本発明は、(4)上記(1)又は(2)の冷却装置を一部に含むことを特徴とする冷却システム、である。

【0010】

本発明の冷却装置を電子部品の温度が上がるところに取り付けておくと、対象物の温度が上昇してくると、冷却装置の対象物に接している電極側は温度が上昇するが、熱電変換材料に接触するもう一方の電極側は外気や水などの冷却媒体に触れているのでそれほど温度が上がらずに、冷却装置の両側で温度差が自然に出来上がる。その時に自然に出来た温度差によって冷却装置内に電流が流れ、冷却装置に接している温度の高いほうが冷却される。

【0011】

【作用】

本発明の冷却装置の放熱作用を図1に示す一実施形態に基づいて原理的に説明する。この実施形態は、板状の熱電変換材料1を板状の電極2、3で挟んで介在させ、正負の電極となる両電極間を導電線4などにより電気的に短絡した構造である。熱電変換材料1は、どのような材料でもく、p型またはn型のどちらか一方だけ、あるいはp型及びn型を交互に直列に組み合わせて用いる。この板状の冷却装置の下側の電極3の表面を半導体素子などの冷却を必要とする熱発生機器(図示せず)に接触させる。

【0012】

放熱板の図において下側の温度は冷却を必要とする熱発生機器によって温度が上昇し、その温度を T_H とする。一方、放熱板の上側の電極2の表面は外気や水などの冷却媒体に曝すようにすると、上側の温度は下側ほど上昇せず、その温度を T_L とすると、放熱板の上下の電極2、3間に $\Delta T = T_H - T_L$ の温度差が生じることになる。

【0013】

温度差が熱電変換材料1の上下の電極2と3の間に存在すると、ゼーベック係数を α とした時に

$$V = \alpha \cdot \Delta T$$

の起電力が生じることが知られている。

【0014】

ここで、放熱板の上下の電極2、3間が電気的に短絡されていると、熱電変換材料1の抵抗を r とした時に、オームの法則により熱電変換材料1に下記Iの電流が流れる。

$$I = V/r = \alpha \cdot \Delta T/r \quad \dots \quad (1)$$

p型の熱電変換材料を用いた場合は、熱電変換材料の内部では高温側から低温側へ電流が流れる。n型の場合は逆方向になるが、その場合はゼーベック係数の符号もマイナスになるため、いずれの場合でも高温側が冷却される。

【0015】

熱電変換材料1に電流が流れると、熱電変換材料と電極の異種の導体間の接触部におけるペルチエ効果により一方の下電極3端は冷却され、もう一方の上電極2端は加熱される。

また、内部抵抗のためジュール熱が発生し、熱電変換材料1全体が発熱する。これを式にすると、冷却を必要とする熱発生機器に接している下電極3側では電流が流れることにより、下記の(2)式で示される熱が発生する。

$$I^2 \cdot r/2 - \alpha \cdot I \cdot T_H \quad \dots \quad (2)$$

これは、式(1)を代入して変形すると明らかであるが、必ず負の値になり熱が奪われ、冷却される。

【0016】

一方、放熱板の上電極2側では同様に(3)式で示される発熱が生じ、温度が上昇する。

$$I^2 \cdot r/2 + \alpha \cdot I \cdot T_H \quad \dots \quad (3)$$

【0017】

上記の各式で示したように冷却効果は電流量が多い方が良いため、外部負荷を接続して回路全体の抵抗を増やしてしまうとその熱の発生している素子の冷却と言う観点では不利になる。もし、仮に、冷却装置の上下電極2、3を短絡せずに外部負荷を接続すると、流れた電流が外部負荷で消費するために冷却装置で奪った熱を電気回路を用いて外部に放熱することが可能であるが、その場合流れる電流量が減少するため、冷却効果は減少する。

【0018】

【発明の実施の形態】

図1に、本発明の熱電変換材料として、p型又はn型のいずれかを用いた冷却装置の構造の一例を断面図で示す。

実際の電子部品の上部は平面になっている場合が多く、本発明の冷却装置としては、板状構造が代表的なものであり、そのような板状構造の場合、一種の放熱板ということができるので、このような板状構造について以下、「放熱板」という用語を適宜用いる。p型またはn型の板状の熱電変換材料1を板状の上下電極2、3で挟んで介在させ、正負の電極となる両電極2、3間を導電線4などにより電気的に短絡した構造をもつ。

【0019】

電子部品に接触する電極側は接触面積を大きくする方が有利なので、電子部品に凹凸を設けて電極面をその凹凸に沿った形状にして接触面積を大きくすることが望ましい。電子部品とは反対側に関しても、例えば、フインや凹凸を付けたものやヒートパイプを用いるものなどにより冷媒との接触面積を大きくすることは効率よく放熱することになり電子部品との接触側との温度差を大きくすることになり望ましい。冷却効果が得られるのは電極と熱電変換材料との接触部分であるので冷却したい電子部品が広さをもっているので電極についてもそれに応じた広さが必要である。反対側に関しては、電気抵抗を小さくするために、やはり広い面で接続する方が好ましい。

【0020】

熱電変換材料は焼結体やインゴットから所定の形状に切り出したものを使用することが出来る。熱電変換材料1は、どのような材料でもよいが、ゼーベック係数が大きいものがよく、更に好ましくはパワーファクターや性能指数が大きい方が良い。上記の式(2)から、冷却効果を大きくするためには電流Iを大きくする必要があり、そのためには、式(1)から、ゼーベック係数が大きく、熱電変換材料1の抵抗が小さく、正負の電極となる両電極2、3間の温度差が大きい方がよいことが分る。ゼーベック係数は熱電変換材料1の特性に依存するが、抵抗は大きさに依存するため、例えば、用いる熱電変換材料1の厚みを薄くしていく

ことで、下げることが出来る。

【0021】

熱電変換材料および電極の形状は冷却する熱発生機器の形状に合わせるほうが好ましく、広い面積で熱発生機器に接触している方が良い。電極は出来るだけ広い面積で熱電変換材料に接触している方が好ましく、硬い板に限らず、フレキシブルなフィルム状のものでもよい。電極の外側には絶縁体フィルムやセラミック板などがあってもよい。また、電極としては、電極のある基板（電極がパターンニングされたセラミックスや絶縁フィルム）でもよい。

【0022】

電極あるいは電極が付随した基板は熱伝達機能を兼ねているので、電極の材料として好ましい材料は、熱伝導性と導電性に優れた材料が好ましく、例えばCu, Al, Ni, Ag, Ptなどが考えられる。また、Cuなどを用いる場合は酸化等を防ぐ目的でAuめっきやNi/Auめっきを施しても良い。電極材質に関しては高温側と低温側の材料を変えることも有効である。

【0023】

電極と熱電変換材料との接合には、はんだやロウ剤を用いても良いが、電気的に低抵抗な接合が得られる場合には機械的に押し付けるだけでも良い。はんだやロウ剤の材質は用いる電極材料や熱電変換材料あるいは製造プロセスによって最適のものを選択する必要があるが、好ましくは低抵抗での接合が可能で、長期間の信頼性に富むものが好ましい。また、熱電変換材料に直接スパッタや真空蒸着法、溶射法で電極を形成しても良い。また、ドクターブレード法やゾルゲル法、スパッタ、蒸着法などを用いて直接電極上に熱電変換材料を形成しても良い。

【0024】

熱電変換材料の性能が大きくない場合は、図2に示すように、p型とn型を少なくとも各1個以上交互に直列に組み合わせた構造にしても良い。p型とn型を同数組み合わせたπ型の構造はごく一般的な熱電変換素子と同じである。熱電変換材料1を板状の上下電極2、3で挟んで介在させ、両端の電極3、3間を導電線4などにより電気的に短絡した構造をもつ。電極2、3は絶縁性基板（セラミックやフィルム）5、6上にそれぞれ形成されている。π型の場合は、両端の電

極を短絡させるため、絶縁性基板6上に電極3形成と同時に導電線4も作製することが出来、プロセスが簡単になる。しかも、その場合、配線のための接点が少なくなるため回路の電気抵抗を小さく出来、接続信頼性を高くすることが出来る。

【0025】

p型及びn型を交互に直列に組み合わせた構造の熱電変換材料を用いる場合、冷却効果を最大にする条件はp型やn型を単独で用いる場合と同じで、熱電変換材料としてはゼーベック係数が大きく、抵抗値の小さいもの（抵抗率が小さいことはもちろんだが材料の厚みを薄くすることも有効）を用いる。電極材料としても抵抗値の小さなものを用いる。そして、熱電変換材料と電極との接続に用いる材料（はんだやロウ剤）も電気抵抗の小さなもので接続信頼性の高いものを用いる。ただし、はんだやロウ剤の材料としては使用中に熱電変換材料へ金属の拡散が見られることもあり、用いる熱電変換材料ごとに選択する。

【0026】

放熱板を熱発生機器に取り付ける場合には熱伝導性を上げるために熱伝導性グリスなどを用いる方が好ましいが、熱発生機器上に直接放熱板を形成しても良い。

【0027】

上記のような構造の放熱板を2個以上重ね合わせた構造とした冷却システムとすれば、通常は熱電変換材料の特性は温度依存性を持つため、冷却を必要とする熱発生機器に近い側は高温域で熱電特性の大きい材料を用いた放熱板を使用し、冷却を必要とする熱発生機器から離れたところでは低温域で熱電特性の大きくなる材料を用いるように、温度域それぞれで最適な材料の選択を行うことで、一個の放熱板で全温度域をカバーするよりも、全体の冷却効率を上げることが可能になる。

【0028】

上記のような構造の放熱板の放熱側に放熱フィンを取り付けたり、あるいはペルチェ素子などの冷却装置を取り付けたりすることで、放熱板を一部に含むことを特徴とする冷却システムとすれば、温度差を大きく取り、冷却効率を上げるこ

とが可能になる。

【0029】

実験例 1

図1に示すような構造の放熱板を、BiTe系p型熱電変換材料（縦4mm、横10mm、厚さ4mm）を電極の銅箔（厚さ40μm）の間に挟んで介在させ、熱電変換材料と銅箔の両表面をはんだを用いて接合することにより製作した。

冷却を必要とする熱発生機器として面発熱ヒーターを用い、この放熱板の片面を面発熱ヒーターの表面に接触させた。なお、放熱板の反対面には、高温側との温度差を大きく取るためにペルチエ素子により冷却するようにした。

ペルチエ素子に電流を流して冷却するとともに、ヒーターにAC50Vを印加し、ヒーターと放熱板の間の接触箇所の温度をクロメル・アルメル熱電対により計測したところ、温度は62.5℃であった。

【0030】

比較実験例 1

図1の構造で上下の電極を短絡していないものを作製し、面発熱ヒーターに取り付けた以外は実施例1と同じ条件で温度測定を行ったところ、温度は64.0℃であった。

この実験結果により、正負の電極となる両電極を開放状態から短絡状態にすることで、64.0℃であった側の温度が約1.5℃下がることを確認した。

すなわち、本発明の放熱板からなる冷却装置の両表面側に温度差が存在すると、ゼーベック効果により起電力が発生し、回路を短絡することで熱電変換材料に電流が流れ、ペルチエ現象により、高温側の温度が下がることを確認した。

【0031】

実験例 2

BiTe系p型熱電変換材料に代えて、BiTe系n型の熱電材料を用いて実験例1と同じ条件で温度測定した場合も、正負の電極となる両電極を開放状態から短絡した場合の温度は66.5℃で、短絡していない場合の温度は67.7℃であり、温度が1.2℃下がることを確認した。

【0032】

実験例 3

図2に示すような構造の放熱板として、(株)エコ・トゥエンティーワン製PV2-Sの端子を短絡したものを使用した。冷却を必要とする熱発生機器として面発熱ヒーターを用い、この放熱板の片面を面発熱ヒーターの表面に接触させた。放熱板の反対側には特に何もつけず、自然に外気で冷却されるに任せた。ヒーターにAC90Vを印加し、ヒーターと放熱板の間の接触箇所の温度をクロメル・アルメル熱電対により計測したところ、温度は99°Cであった。

【0033】

比較実験例 2

実験例3で端子を短絡していないものを面発熱ヒーターに取り付けた以外は同じ条件で温度測定を行ったところ、温度は101°Cであった。

比較実験例 3

実験例で端子間に外部負荷として28Ωの抵抗体を接続した以外は同じ条件で温度測定を行ったところ、温度は101°Cであった。

【0034】

この実験例3、比較実験例2、3の実験結果より、端子を開放状態から短絡状態にすることで101°Cであった温度がおよそ2°C下がり、外部負荷すなわち抵抗体を接続した場合には温度変化が無いことを確認した。

【0035】

【発明の効果】

本発明は、放熱板のような単一の素子からなる冷却装置を冷却を必要とする電子部品に単に接合するだけで冷却効果が得られるので、制御回路が不要で構造が単純で、動作に外部電力も必要としないため省エネルギータイプであり、さらにp型又はn型のみの熱電変換素子でも可能であるから、製造コストやランニングコストの低減が図れるという顕著な効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

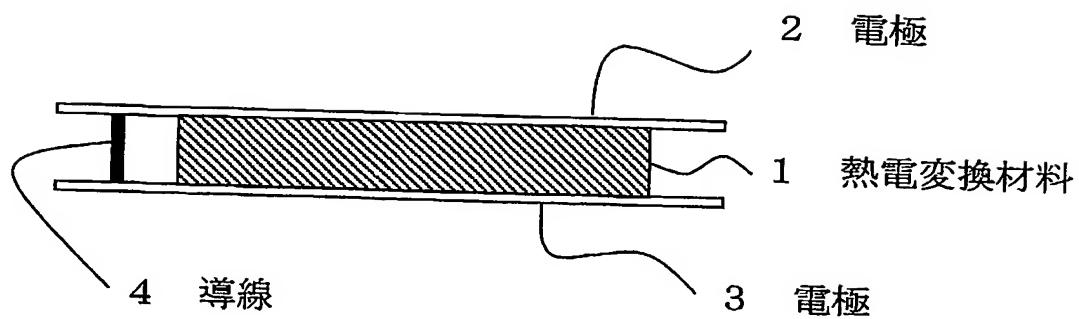
図1は、本発明の熱電変換材料として、p型又はn型のいずれかを用いた冷却装置の構造の一実施形態を示す断面図である。

【図2】

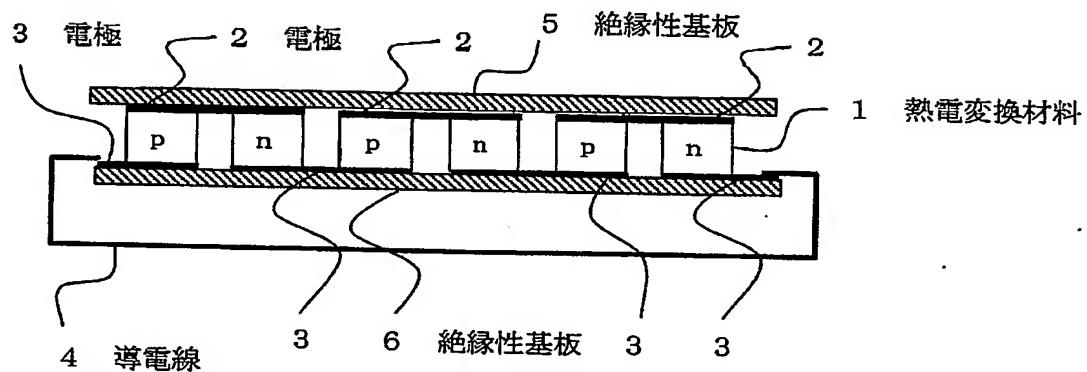
図2は、本発明の熱電変換材料として、p型及びn型を組み合わせた π 型を用いた冷却装置の構造の一実施形態を示す断面図である。

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体集積回路素子等の熱発生を伴う電子部品の冷却装置、特に熱電変換材料を利用した冷却装置の提供。

【構成】 p型又はn型のいずれか、あるいはp型及びn型を交互に直列に組み合わせた熱電変換材料を正負の電極となる両電極間に介在させ、両電極を電気的に短絡した構造からなり、熱電変換材料に接触する一方の電極側を低い温度の側とし、他方の電極側を高い温度の側とするように、冷却を必要とする電子部品に接触させ、両電極間の温度差により熱電変換材料に発生する熱起電力で電流を発生させ、その電流により高い温度の側を冷却することを特徴とする電子部品の冷却装置。

【選択図】 図1

認定・付力口小青幸良

特許出願の番号	特願2002-379509
受付番号	50201984294
書類名	特許願
担当官	森吉 美智枝 7577
作成日	平成15年 6月16日

<認定情報・付加情報>

【手数料の表示】

【納付金額】 18,370円

次頁無

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）
【提出日】 平成15年10月31日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】 特願2002-379509
【承継人】
 【識別番号】 503360115
 【住所又は居所】 埼玉県川口市本町四丁目1番8号
 【氏名又は名称】 独立行政法人科学技術振興機構
 【代表者】 沖村 憲樹
 【連絡先】 〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 独立行政法人科学技術振興機構 知的財産戦略室 佐々木吉正 TEL 03-5214-8486 FAX 03-5214-8417
【提出物件の目録】
 【物件名】 権利の承継を証明する書面 1
 【援用の表示】 平成15年10月31日付提出の特第許3469156号にかかる一般承継による移転登録申請書に添付のものを援用する。
【物件名】 登記簿謄本 1
【援用の表示】 平成15年10月31日付提出の特第許3469156号にかかる一般承継による移転登録申請書に添付のものを援用する。

特願 2002-379509

出願人履歴情報

識別番号 [396020800]

1. 変更年月日 1998年 2月24日

[変更理由] 名称変更

住所 埼玉県川口市本町4丁目1番8号

氏名 科学技術振興事業団

特願 2002-379509

出願人履歴情報

識別番号 [301023238]

1. 変更年月日 2001年 4月 2日

[変更理由] 新規登録

住 所 茨城県つくば市千現一丁目2番1号
氏 名 独立行政法人物質・材料研究機構

出願人履歴情報

識別番号 [000003964]
1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住所 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号
氏名 日東電工株式会社

特願 2002-379509

出願人履歴情報

識別番号 [503010243]

1. 変更年月日 2002年12月27日

[変更理由] 新規登録

住所 北海道室蘭市寿町1-13-13

氏名 平井 伸治

出願人履歴情報

識別番号 [503360115]

1. 変更年月日 2003年10月 1日

[変更理由] 新規登録

住所 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
氏名 独立行政法人 科学技術振興機構